

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-155950

(43)Date of publication of application : 06.06.2000

(51)Int.Cl.

G11B 7/0065  
G11B 7/135  
G11C 13/04  
// G03H 1/26

(21)Application number : 11-088098

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP

(22)Date of filing : 30.03.1999

(72)Inventor : TANAKA SATORU

HATANO HIDEKI

MATSUSHITA HAJIME

ITO YOSHINAO

KOTAKA FUMITAKA

YAMAJI TAKASHI

TAKANO TOMOMITSU

(30)Priority

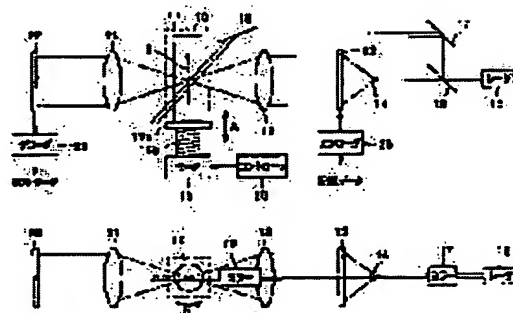
Priority number : 10263227 Priority date : 17.09.1998 Priority country : JP

(54) VOLUME HOLOGRAPHIC MEMORY AND OPTICAL INFORMATION  
RECORDING/REPRODUCING APPARATUS UTILIZING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the size of apparatus by forming a column type holographic memory for recording three-dimensional distribution of interference fringes.

SOLUTION: An optical modulator SLM12 of two-dimensional plane converts, depending on the data supplied from an encoder 25, the beam from a beam expander 14 to a signal beam and then condenses such signal beam to a volume holographic memory medium 10. The other beam from a beam splitter 16 is incident to a medium 10 as the reference beam and interferes with signal beam to form the interference fringes. The medium 10 is moved in the direction of the arrow mark A to realize space multiple



BEST AVAILABLE COPY

recording by shifting the recording position of interference fringes. Moreover, the medium 10 is rotated in the direction of the arrow mark B to realize angular multiple recording by rotating the recording surface of interference pattern. At the time of reproducing operation, only the reference beam from a mirror 18 is incident to the medium 10. The diffraction beam from the interference fringes passes through a lens 21 and is then incident to a CCD 22 having the light receiving surface of two-dimensional plane. CCD 22 converts the reproduced beam into an electrical signal and then outputs such electrical signal to a decoder 26.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.03.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Volume holographic memory characterized by constituting this memory in the shape of a cylinder bodily shape in the volume holographic memory which records three-dimension distribution of the interference fringe produced by interference of signal light and a reference beam.

[Claim 2] The optical axis of said volume holographic memory is volume holographic memory according to claim 1 characterized by being in agreement with the shaft orientations of said cylinder object.

[Claim 3] Volume holographic memory according to claim 1 or 2 characterized by having the correcting lens medium which it consists of matter which has the same refractive index as said memory, and an appearance is a rectangular parallelepiped configuration, and holds said memory in the interior.

[Claim 4] Said correcting lens medium is volume holographic memory according to claim 3 characterized by enclosing the liquid or fluid which has the same refractive index as said memory with the building envelope which is equipped with the transparent container which said memory was held in the center and united with said memory, and is formed with the outer wall of said memory, and the wall of said container.

[Claim 5] It is the volume holographic memory according to claim 3 characterized by being the curved surface which said correcting lens medium is the lens of the couple located so that said memory may be pinched in the direction vertical to the medial axis of said memory, and said memory of said lens and the field which counters are in the peripheral face of said memory, abbreviation, etc. by carrying out, and has curvature.

[Claim 6] Volume holographic memory characterized by constituting this memory in a cone configuration in the volume holographic memory which records three-dimension distribution of the interference fringe produced by interference with signal light and a reference beam.

[Claim 7] The optical axis of said volume holographic memory is volume holographic memory according to claim 6 characterized by being in agreement with the shaft orientations of said cone.

[Claim 8] Volume holographic memory according to claim 6 or 7 characterized by having the correcting lens medium which it consists of matter which has the same refractive index as said memory, and an appearance is a rectangular parallelepiped configuration, and holds said memory in the interior.

[Claim 9] An interference fringe generation means to generate the interference fringe produced by interference with signal light and a reference beam, A storage means to memorize three-dimension distribution of the interference fringe generated by the interference fringe generation means, A detection means to detect the diffracted light from this storage means by irradiating a reference beam to said storage means, It is the optical information record regenerative apparatus which is equipped with a playback means to reproduce said signal light from the diffracted light detected by said detection means, and is characterized by said storage means being constituted by the volume holographic memory which has the shape of a cylinder bodily shape.

[Claim 10] The optical information record regenerative apparatus according to claim 9 characterized by having a means to rotate this shaft as a core while moving the record means of said cylinder object to the shaft orientations of said cylinder object.

[Claim 11] An interference fringe generation means to generate the interference fringe produced by

interference with signal light and a reference beam, A storage means to memorize three-dimension distribution of the interference fringe generated by the interference fringe generation means, A detection means to detect the diffracted light from this storage means by irradiating a reference beam to said storage means, It is the optical information record regenerative apparatus which is equipped with a playback means to reproduce said signal light from the diffracted light detected by said detection means, and is characterized by said storage means being constituted by the volume holographic memory which has a cone configuration.

[Claim 12] The optical information record regenerative apparatus according to claim 11 characterized by having a means to rotate this shaft as a core while moving the record means of said cone to the shaft orientations of said cone.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical information record regenerative apparatus using volume holographic memory and volume holographic memory.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the holographic memory system is known as a digital recording system adapting the principle of holography. A holographic memory system records digital data on a holographic memory medium (for example, photorefractive crystallines, such as LiNbO<sub>3</sub>) etc., and is reproduced to it. In a holographic memory system, in a two-dimensional flat-surface Paige unit, data can be recorded, and it can reproduce, and multiplex record is possible using two or more Paige. What made three-dimensional record possible for the memory medium as three-dimension configurations, such as a rectangular parallelepiped, is called volume holographic memory. Below, the outline of a volume holographic memory system is explained with reference to drawing 8.

[0003] In drawing 8, an encoder 25 rearranges into the data array of 640 bits of data corresponding to two-dimensional flat-surface Paige, for example, the 480 bit x width of length, the data which should be recorded on the volume holographic memory medium (it is also only hereafter called a "record medium".) 1, and generates unit Paige sequence data. Unit Paige sequence data are sent out to the space optical modulator (SLM:Spatial Light Modulator) 12.

[0004] SLM12 has a modulation batch 480 pixels long and 640 pixels wide [ corresponding to unit Paige ], carries out light modulation of the irradiated signal beam according to the unit Paige sequence data from an encoder 25, and leads the modulated beam (called "signal light".) to a lens 13. electric - optical conversion according to each content of a bit in unit page data be attain, and the modulation signal beam as signal light of a unit Paige sequence be generate in detail by SLM12 answer the logical value "1" of the unit Paige sequence data which be an electrical signal, and pass a signal beam, answer a logical value "0", and intercept a signal beam.

[0005] Incidence of the signal light is carried out to a record medium 1 through a lens 13. A reference beam carries out incidence to a record medium 1 with an include angle beta (it is hereafter called "the incident angle beta".) from the predetermined datum line which intersects perpendicularly with the optical axis of the beam of signal light other than signal light.

[0006] It interferes in signal light and a reference beam within a record medium 1, and record of data is performed by memorizing this interference fringe in a record medium 1. Moreover, three-dimension data logging becomes possible by changing an angle of incidence beta, carrying out incidence of the reference beam, and recording two or more two-dimensional flat-surface data.

[0007] In reproducing the recorded data from a record medium 1, it carries out incidence only of the reference beam to a record medium 1 by the same incident angle beta as the time of record. That is, unlike the time of record, incidence of the signal light is not carried out. Thereby, the diffracted light from the interference fringe currently recorded in the record-medium medium 1 is led to CCD (Charge Coupled Device)22 through a lens 21. CCD22 changes the light and darkness of incident light into the strength of an electrical signal, and outputs the analog electrical signal which has the level according to the brightness of incident light to a decoder 26. A decoder 26 reproduces the data of "1" and "0" which correspond this analog signal as compared with predetermined amplitude value

(slice level).

[0008] By the volume holographic memory medium, since it records by the two-dimensional flat-surface data sequence as mentioned above, include-angle multiplex record can be performed by changing the incident angle  $\beta$  of a reference beam. That is, by changing the incident angle  $\beta$  of a reference beam, two or more two-dimensional flat surfaces which are record units can be specified in a holographic memory medium, and, as a result, it becomes recordable at a three dimension.

[0009] Usually, in include-angle multiplex record, in order to change the angle of incidence  $\beta$  of a reference beam, the galvanomirror of a couple is used. The example of the include-angle multiplex record which used the galvanomirror is indicated by JP,5-142979,A and JP,10-97174,A.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the occupied volume of a galvanomirror in a system is large, a system-wide miniaturization is difficult for it. Moreover, since activity components mark increase, cost reduction becomes difficult.

[0011] Furthermore, the threshold value of the angular resolution by the galvanomirror is lower than the resolution of the holographic memory medium itself. therefore -- the system using a galvanomirror -- record of a holographic memory medium -- resolution cannot be efficiently employed in the maximum.

[0012] This invention makes it a technical problem to offer the volume holographic memory which enables high density record while it is made in view of the above point and enables the miniaturization of equipment.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention according to claim 1 is characterized by constituting this memory in the shape of a cylinder bodily shape in the volume holographic memory which records three-dimension distribution of the interference fringe produced by interference of signal light and a reference beam. It is not necessary to adjust the include angle of a reference beam, and, according to this, multiplex record is attained by rotating a volume holographic memory medium.

[0014] It is characterized by invention of the optical axis of said volume holographic memory according to claim 2 corresponding with the shaft orientations of said cylinder object in volume holographic memory according to claim 1. Thereby, a volume holographic memory medium is rotated around an optical axis, and space multiplex record is attained.

[0015] In volume holographic memory according to claim 1 or 2, it consists of matter which has the same refractive index as said memory, an appearance is a rectangular parallelepiped configuration, and invention according to claim 3 is characterized by having the correcting lens medium which holds said memory in the interior. Thereby, the distortion of the image which may be produced according to the lens effectiveness of memory a cylindrical shape-like own can be amended.

[0016] In volume holographic memory according to claim 3, said correcting lens medium is equipped with the transparent container which said memory was held in the center and united with said memory, and invention according to claim 4 is characterized by enclosing the liquid or fluid which has the same refractive index as said memory with the building envelope formed with the outer wall of said memory, and the wall of said container. Moreover, invention according to claim 5 is the lens of the couple located in volume holographic memory according to claim 3 so that said memory may be pinched in the direction where said correcting lens medium is vertical to the medial axis of said memory, and it is characterized by said memory of said lens and the field which counters being curved surfaces which are in the peripheral face of said memory, abbreviation, etc. by carrying out, and have curvature. By these correcting lens medium, the own lens effectiveness of memory is removable.

[0017] Invention according to claim 6 is characterized by constituting this memory in a cone configuration in the volume holographic memory which records three-dimension distribution of the interference fringe produced by interference with signal light and a reference beam. It is not necessary to adjust the include angle of a reference beam, and, according to this, multiplex record is attained by rotating a volume holographic memory medium.

[0018] It is characterized by invention of the optical axis of said volume holographic memory according to claim 7 corresponding with the shaft orientations of said cone in volume holographic

memory according to claim 6. Thereby, a volume holographic memory medium is rotated around an optical axis, and include-angle multiplex record is attained.

[0019] In volume holographic memory according to claim 6 or 7, invention according to claim 8 consists of matter which has the same refractive index as said memory, and an appearance is a rectangular parallelepiped configuration and it has a correcting lens medium for holding said memory in the interior. Thereby, the distortion of the image which may be produced according to the own lens effectiveness of memory of a cone configuration can be amended.

[0020] An interference fringe generation means by which invention according to claim 9 generates the interference fringe produced by interference with signal light and a reference beam in an optical information record regenerative apparatus, The storage means in which the interference fringe generated by the interference fringe generation means carries out three-dimension distribution storage, A detection means to detect the diffracted light from this storage means by irradiating a reference beam to said storage means, It has a playback means to reproduce said signal light from the diffracted light detected by said detection means, and said storage means is constituted by the volume holographic memory medium which has the shape of a cylinder bodily shape.

[0021] According to the optical information record regenerative apparatus constituted as mentioned above, the interference fringe of signal light and a reference beam is generated, and a storage means by which this consists of a cylinder bodily-shape-like volume holographic memory medium memorizes. Moreover, at the time of playback, a reference beam is irradiated at a storage means, and the diffracted light from a record means is detected, next signal light is reproduced from this diffracted light.

[0022] In an optical information record regenerative apparatus according to claim 9, invention according to claim 10 is characterized by having a means to rotate this shaft as a core while it moves the record means of said cylinder object to the shaft orientations of said cylinder object. This becomes possible to perform space multiplex and include-angle multiplex record simultaneously to a cylinder bodily-shape-like volume holographic memory medium.

[0023] An interference fringe generation means by which invention according to claim 11 generates the interference fringe produced by interference with signal light and a reference beam in an optical information record regenerative apparatus, A storage means to memorize three-dimension distribution of the interference fringe generated by the interference fringe generation means, A detection means to detect the diffracted light from this storage means by irradiating a reference beam to said storage means, It has a playback means to reproduce said signal light from the diffracted light detected by said detection means, and said storage means is characterized by being constituted by the volume holographic memory which has a cone configuration.

[0024] According to the optical information record regenerative apparatus constituted as mentioned above, the interference fringe of signal light and a reference beam is generated, and it is recorded on a storage means by which this consists of a volume holographic memory medium of a cone configuration. Moreover, at the time of playback, a reference beam is irradiated at a storage means, and the diffracted light from a record means is detected, next signal light is reproduced from this diffracted light.

[0025] In an optical information record regenerative apparatus according to claim 11, invention according to claim 12 is characterized by having a means to rotate this shaft as a core while it moves the record means of said cone to the shaft orientations of said cone. [0026] which becomes possible [ performing include-angle multiplex record to the volume holographic memory medium of a cone configuration ] by this

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0027] First, the fundamental way of thinking of this invention is explained. In this invention, it makes into a basic feature to constitute the volume holographic memory medium conventionally constituted by the rectangular parallelepiped configuration in a cylinder object or a cone configuration. By rotating a cylinder object memory medium around a medial axis, include-angle multiplex becomes possible and space multiplex becomes possible by making it move in the direction of a revolving shaft further. Moreover, include-angle multiplex becomes possible by making it rotate to the circumference of a medial axis also in the memory medium of a cone

configuration. However, since a path changes with locations of the direction of a revolving shaft in the case of the memory medium of a cone configuration, the space multiplex by migration of the direction of a revolving shaft cannot be performed.

[0028] Next, the operation gestalt of the concrete holographic memory medium based on the above-mentioned way of thinking, and its record and regenerative apparatus is explained.

[1] The volume holographic memory medium applied to the 1st operation gestalt of this invention at 1st operation gestalt drawing 1, and its record and regeneration system are shown. Drawing 1 (a) is the side elevation of a system, and drawing 1 (b) is a top view. Like a graphic display, the 1st operation gestalt is related with the cylinder bodily-shape-like volume holographic memory medium 10.

[0029] In record and the regeneration system of drawing 1, the beam by which outgoing radiation was carried out from laser 15 is divided into two beams by the beam splitter 16, and is sent to the beam expander 14 and a mirror 17, respectively. The beam expander 14 extends the beam from a beam splitter 16, and it is made it to carry out incidence to SLM12. Like what was described previously, SLM12 is the optical modulator of the two-dimensional flat surface of 480 x 640 pixels, and changes the beam from the beam expander 14 into signal light according to the digital recording data supplied from an encoder 25.

[0030] In this way, the created signal light is condensed in a record medium 10 with a lens 13. A lens 13 constitutes a Fourier transform system from this operation gestalt. The cylinder bodily-shape-like record medium 10 is arranged so that the medial axis of a record medium 10 may be contained on the fourier side with a lens 13.

[0031] It is reflected by mirrors 17 and 18, incidence of the beam of another side from a beam splitter 16 is carried out to a record medium 10 as a reference beam, and it interferes in it with the signal light from a lens 13 within a record medium 10, and it makes an interference fringe. Here, a reference beam and signal light arrange the optical system of a mirror 18, a lens 13, etc. so that it may interfere in the hand front stirrup of the fourier side instead of the fourier side top at back.

[0032] Since signal luminous intensity is max in respect of fourier when the fourier side exists in a record medium, if the zero-order light and the reference beam of signal light on the fourier side which has this optical high reinforcement interfere each other, a photorefractive effect will be saturated, and there is an inclination the nonlinear distortion of a record image becomes easy to produce. From this reason, with this operation gestalt, the optical system of a system is arranged so that a reference beam and signal light may be made to interfere at this side or the back of the fourier side as mentioned above, and the problem of nonlinear distortion is avoided. About the physical relationship of the location and the fourier side in which a reference beam and signal light interfere, it is necessary to shift the hand front stirrup of the fourier side to the back for extent to which the interference location of a reference beam and signal light is not supersaturated under the effect of the optical reinforcement of the fourier side. Since the diffracted light condenses toward the fourier side, although it will be made, as for a hand front stirrup, for an interference location to come to the back for a while, a concrete shift amount is dependent on the storage of the fourier side to be used, or the property of optical system.

[0033] A record medium 10 is arranged on the rotation device like the screw-thread delivery device of a graphic display. The rotation device of a graphic display is connected with a motor 19 and a motor 19, and is equipped with screw-thread delivery device 19b which has table 19a. A motor 19 has the revolution controlled by the controller 20.

[0034] A record medium 10 is arranged at table 19a so that the optical axis (crystallographic axis) may be in agreement with the revolving shaft of a motor 19. A record medium 10 is moved in the direction of the arrow head A of drawing 1 (a) by revolution of a motor 19, and a record medium 10 is simultaneously rotated in the direction of the arrow head B of drawing 1 (b). By migration of the direction of the arrow head A of a record medium 10, the record location in the record medium 10 of the interference fringe made by a reference beam and signal light shifts in the direction of an arrow head A, and space multiplex record is realized. Moreover, when a record medium 20 rotates in the direction of an arrow head B, the recording surface of an interference pattern rotates and include-angle multiplex record is realized.

[0035] In addition, although this operation gestalt showed the migration device in which include-



angle multiplex record and space multiplex record were performed simultaneously, the migration device in which either migration of the direction of an optical axis of a record medium 10 (arrow head A) or rotation (arrow head B) is performed can be used, and it can also perform multiplex [ one ]. This can be suitably determined, when there is a limit on configuration space etc. in the equipment which applies this system.

[0036] Record and reproduction speed of data are controllable by controlling the rotational speed of a rotation device appropriately. This is realized by controlling the rotational speed of a motor 19 by the controller 20 by this operation gestalt.

[0037] Moreover, a migration device by which migration and a rotation of a record medium 10 of the direction of an optical axis are controlled independently is also employable as an alternative-like migration device. For example, it is made to rotate by an ultrasonic motor etc. about a hand of cut, and delivery migration of the direction of an optical axis can also be considered as the configuration controlled by the migration stage of one another shaft.

[0038] Now, the record medium 10 recorded as mentioned above at the time of playback is arranged on a rotation device like the time of record, and incidence only of the reference beam 18 from a mirror 18 is carried out. Then, the diffracted light from the interference fringe recorded in the record medium 10 carries out incidence to CCD22 through a lens 21 as a playback light. CCD22 has the light-receiving side of the two-dimensional flat surface of the same 480 x 640 pixels as SLM12, changes the received playback light into an electrical signal, and outputs it to a decoder 26. A decoder 26 outputs binary digital data for an input electrical signal as compared with predetermined slice level.

[0039] Next, the activity of a correcting lens medium is described. According to this invention, as compared with the case where the record medium of the conventional rectangular parallelepiped configuration is used, storage capacity is substantially improved by having used the cylindrical shape-like record medium 10. However, the record medium itself is written as the shape of a cylindrical shape, the record medium itself plays the role of a cylindrical lens, and there is a problem that distortion arises in the diffracted light. Unless CCD which receives the diffracted light is constituted in the shape of [ corresponding to such distortion ] the spherical surface, it will be necessary to amend this distortion by a cylindrical lens etc.

[0040] The simplest solution of this problem is covering entirely the record medium 10 which has the same refractive index as the record medium 10 concerned, contained the record medium 10 inside [ whose an appearance is a cube or a rectangular parallelepiped configuration ] the correcting lens medium, and was formed in the shape of a cylindrical shape by the correcting lens medium. If it carries out like this, a record medium 10 will be united with a correcting lens medium, and will turn into a medium of the cube or rectangular parallelepiped which has a single refractive index seemingly. Therefore, the lens effectiveness by cylindrical shape-like storage 10 self is amended. Moreover, the above-mentioned problem is solvable by forming a correcting lens medium so that it may consider as the appearance configuration [ like ] which makes the lens effectiveness smaller (that is, a focal distance becomes long seemingly) also except a cube or a rectangular parallelepiped. A dotted line 11 shows an example of the configuration of such a correcting lens medium to drawing 1.

[0041] Next, the example of a configuration of a correcting lens medium is explained. In drawing 2, a correcting lens medium is constituted as transparence container 11a of the rectangular parallelepiped configuration which encloses the perimeter of the cylinder-like storage 10. Transparence container 11a is fixed and unified to the record medium 10. Therefore, a record medium 10 and transparence container 11a rotate as one by rotation actuation of the rotation device 19. In the building envelope formed with the wall of transparence container 11a, and the outer wall of a record medium 10, the liquid or fluid which has a refractive index equal to a record medium 10 is enclosed. That is, the liquid or fluid, and record medium 10 of an internal sky throughout can form a rectangular parallelepiped with a refractive index uniform as a whole, even if it is in contact and positioning to transparence container 11a of a record medium 10 shifts somewhat by this. For example, Cargill standard refraction liquid (series EH-1) etc. can be enclosed with a building envelope. Thereby, the record medium 10 inserted in transparence container 11a and its interior constitutes the rectangular parallelepiped which has a refractive index uniform as one, and the

above-mentioned lens effectiveness is amended.

[0042] The example of another correcting lens medium is shown in drawing 3. A correcting lens medium is constituted from the example of drawing 3 by the lenses 11b and 11c of a cylindrical-lens-like couple. Let Lenses 11b and 11c be a record medium 10 and a medium with an equal refractive index. This removes the lens effectiveness of the cylindrical record medium 10. Moreover, Lenses 11b and 11c form the lithium niobate which added MgO by the medium with low photorefractive sensibility, and it is made not to affect the information record to a record medium 10. Moreover, the record medium 10 of Lenses 11b and 11c and the curved surface which counters have curvature almost equal to the peripheral face of a record medium 10, contacts the peripheral face of a record medium 10 loosely within limits which permit a rotation of a record medium 10, or it has few gaps and it counters.

[0043] As mentioned above, since according to this operation gestalt a record medium is made into the shape of a cylinder bodily shape, this is rotated and include-angle multiplex record and space multiplex record are performed, high density is recordable. Moreover, since the device in which a record medium is rotated is structurally simple compared with the optical system to which the include angle of reference beams, such as the conventional galvanomirror, is changed, it is suitable for a miniaturization and low cost-ization.

[0044] In addition, with the above-mentioned operation gestalt, the optical axis (a "crystallographic axis" and equivalence) of a record medium 10 is arranged so that it may become upward, but if it is the revolving shaft and the same axle of a rotation device, arranging so that it may become downward is also possible.

[2] Explain the 2nd operation gestalt, next the 2nd operation gestalt with reference to drawing 4. The 2nd operation gestalten differ in respect of the following, although the cylinder bodily-shape-like record medium 10 is used like the 1st operation gestalt and the fundamental configuration of its record and regeneration system is also similar with the 1st operation gestalt.

[0045] First, a record medium 10 is arranged so that the optical axis (crystallographic axis) may not be included on the fourier side. Nonlinear distortion which originates in the strong optical reinforcement on the fourier side by this is prevented. As shown in drawing 4, specifically, the optical axis of a record medium 10 is shifted from the fourier side, i.e., the focal location of a lens 13. Moreover, by defining appropriately the include angle of signal light and a reference beam to make, the effect of an echo and dispersion with the edge of a record medium 10 can be avoided, and it can record on the maximum validity using the volume of a record medium.

[0046] Furthermore, in this operation gestalt, predetermined include-angle dip of the optical axis of a record medium 10 is carried out to the optical axis of signal light. The enlarged drawing of the record-medium 10 neighborhood is shown in drawing 6. Thus, the volume of the part (part on which the interference fringe which a reference beam and signal light make is recorded) used for record of a record medium 10 can be made to increase, and even when the record medium 10 of the same size is used, storage capacity can be made to increase by making a record medium 10 incline. As shown in drawing 6 as an example, when the include angle of a reference beam E and the signal light D is set to  $2\theta$  as dip of a record medium 10 from this reason, it is desirable to arrange so that the shaft F vertical to the optical axis C of a record medium 10 and the angle with the signal light D to make may be set to  $\theta$ .

[0047] Since other points are the same as the 1st operation gestalt, explanation is omitted. In addition, a correcting lens medium is required like [ in this operation gestalt ] the case of the 1st operation gestalt. Also in the 2nd operation gestalt, the activity of a rotation device can perform include-angle multiplex record and space multiplex record.

[3] The record medium by the 3rd operation gestalt, and its record and regeneration system of this invention are shown in 3rd operation gestalt drawing 5. Drawing 5 is the system which applied the cylinder object record medium of this invention to the image hologram system, makes shorter than a Fourier transform system distance of the SLM12 and the record medium 10 which emit signal light, and constitutes a system. By the image hologram system, it is devising two-dimensional flat-surface data, and since a Takamitsu part on the strength like the fourier side can be prevented from existing in a record medium, it is not generated but the problem of the above-mentioned nonlinear distortion can record an interference fringe using all the diameter directions of a record medium. For this

reason, since it is securable more than twice [ about ] compared with the case where angular resolution is the 1st example, the further high density record is attained by adopting the high rotation device of resolution more.

[0048] The 3rd operation gestalt is the same as the 1st example except having arranged optical system and record media 10, such as a lens and a mirror, so that an image hologram system may be constituted. That is, a rotation device can be adopted and include-angle multiplex and space multiplex record can be performed.

[4] Explain the 4th operation gestalt, next the 4th operation gestalt of this invention. The 4th operation gestalt makes the configuration of a record medium a cone, as shown in drawing 7 . The Fourier transform system is used for the optical system of a system like the 1st operation gestalt, and the structure of a system is the same as that of the 1st operation gestalt fundamentally. However, since a path changes with locations of the direction of an optical axis, the record medium 30 of a cone configuration cannot perform space multiplex record for which a medium is moved in the direction of an optical axis 31 (the direction of the arrow head A of drawing 7 ). For this reason, a record medium 30 is driven by the rolling mechanism which only rotates, and include-angle multiplex is performed. Since record / playback actuation is the same as that of the 1st thru/or the 3rd operation gestalt, duplicate explanation is not given. In addition, also in the record medium of a cone configuration, the lens effectiveness of a record medium can be negated using the correcting lens medium same with having explained in the 1st operation gestalt.

[0049] Although the record medium of a cone configuration is inferior in respect of storage capacity compared with a cylinder bodily-shape-like record medium, when the demand of space-saving [ by the side of the equipment carrying this system ], a miniaturization, etc. has priority over the demand of storage capacity, it becomes effective especially.

[0050] As explained above, since [ according to this invention ] the record medium of the shape of a cylinder bodily shape and a cone configuration is adopted, this is driven by the comparatively simple rotation device or the mere rolling mechanism on structure and multiplex record is realized, compared with the multiplex record approach which uses a galvanomirror etc., a miniaturization and low-cost-izing are possible.

[0051]

[Effect of the Invention] It is not necessary to adjust the include angle of a reference beam, and, according to invention according to claim 1 or 6, multiplex record is attained by rotating a volume holographic memory medium.

[0052] According to invention according to claim 2 or 7, a volume holographic memory medium is moved in the direction of an optical axis, and space multiplex record is attained.

[0053] According to invention given in claim 3 thru/or 5 and 8, the cylinder or own lens effectiveness of a memory medium of a cone configuration can be amended, and the distortion of an image can be prevented.

[0054] According to invention according to claim 9, information can be recorded and reproduced at a cylinder bodily-shape-like volume holographic memory medium.

[0055] According to invention according to claim 10, it becomes possible to perform space multiplex and include-angle multiplex record simultaneously to a cylinder bodily-shape-like volume holographic memory medium.

[0056] According to invention according to claim 11, information can be recorded and reproduced at the volume holographic memory medium of a cone configuration.

[0057] According to invention according to claim 12, it becomes possible to perform include-angle multiplex record to the volume holographic memory medium of a cone configuration.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the configuration of the volume holographic memory system by the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the example of a correcting lens medium.

[Drawing 3] It is drawing showing other examples of a correcting lens medium.

[Drawing 4] It is drawing showing the configuration of the volume holographic memory system by the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the volume holographic structure of a system by the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing the example of arrangement of the memory medium in the 2nd operation gestalt.

[Drawing 7] It is drawing showing the configuration of the volume holographic memory system by the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] It is drawing explaining the principle of a volume holographic memory system.

[Description of Notations]

1, 10, 30 -- Volume holographic memory medium

11, 11a, 11b, 11c -- Correcting lens medium

12 -- SLM

13 21 -- Lens

14 -- Beam expander

15 -- Laser

16 -- Beam splitter

17 18 -- Mirror

19 -- Motor

22 -- CCD

25 -- Encoder

26 -- Decoder

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

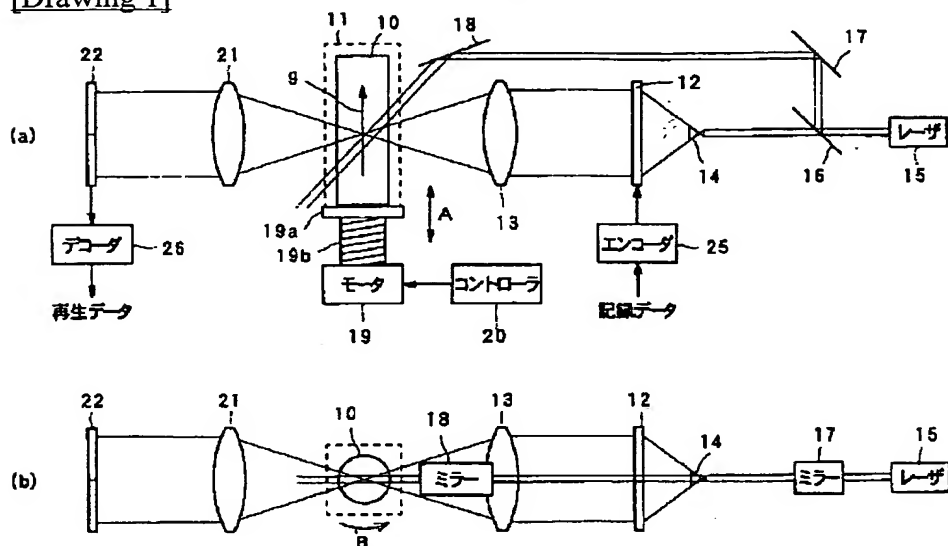
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

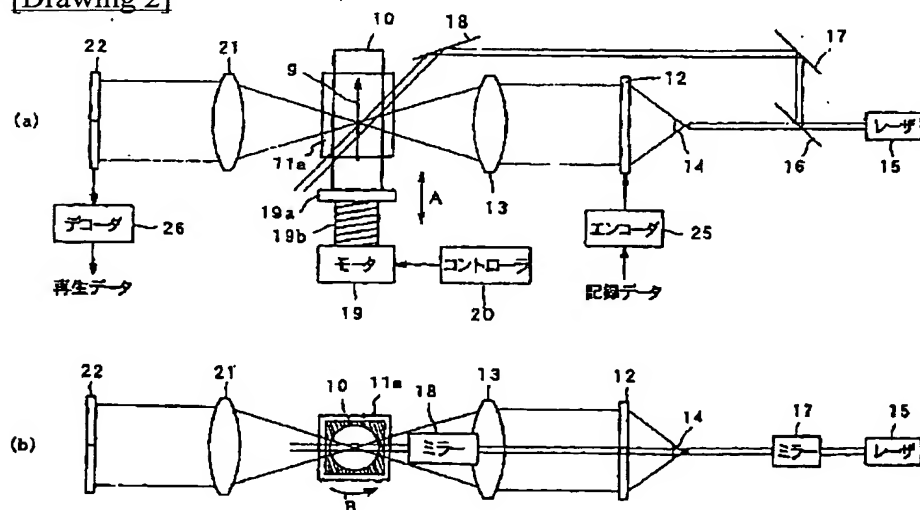
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

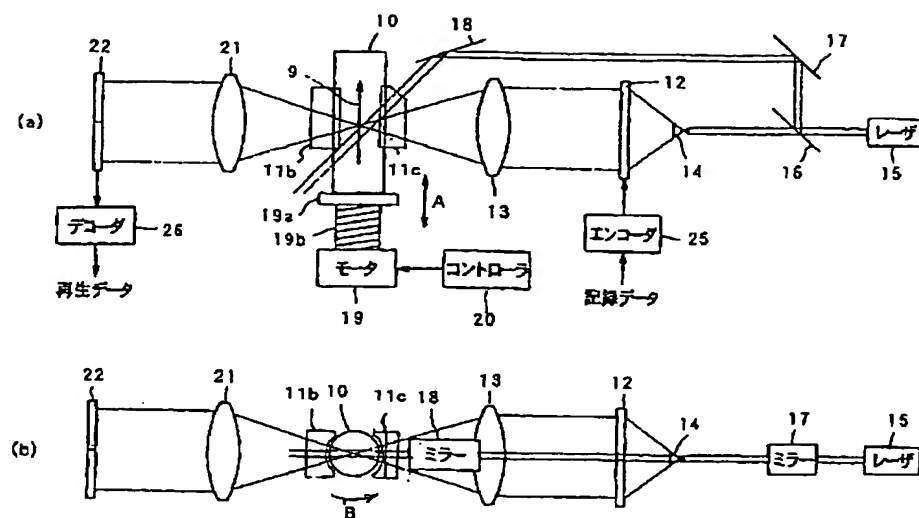
[Drawing 1]



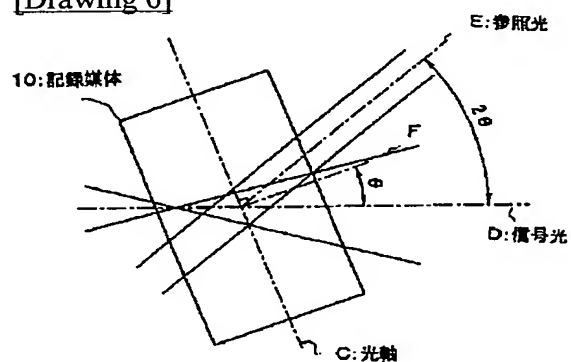
[Drawing 2]



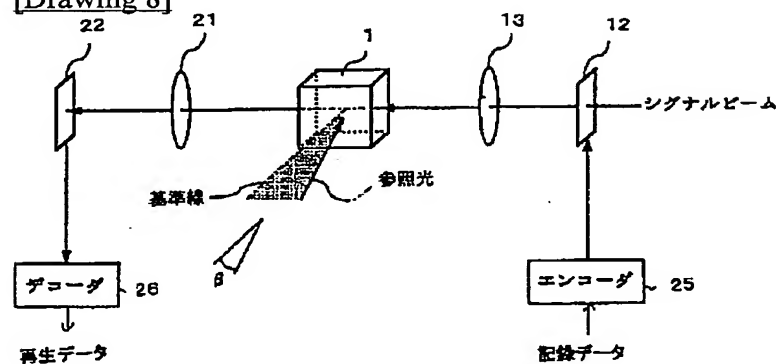
[Drawing 3]



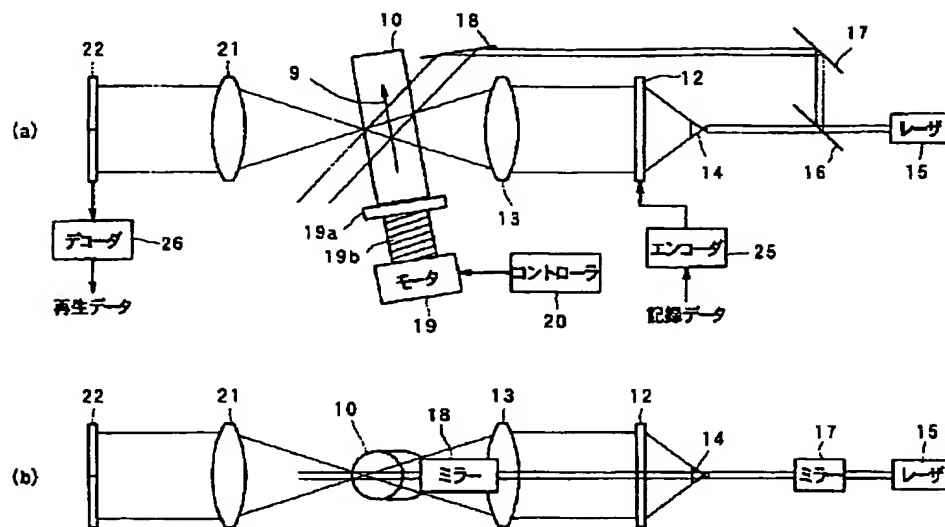
[Drawing 6]



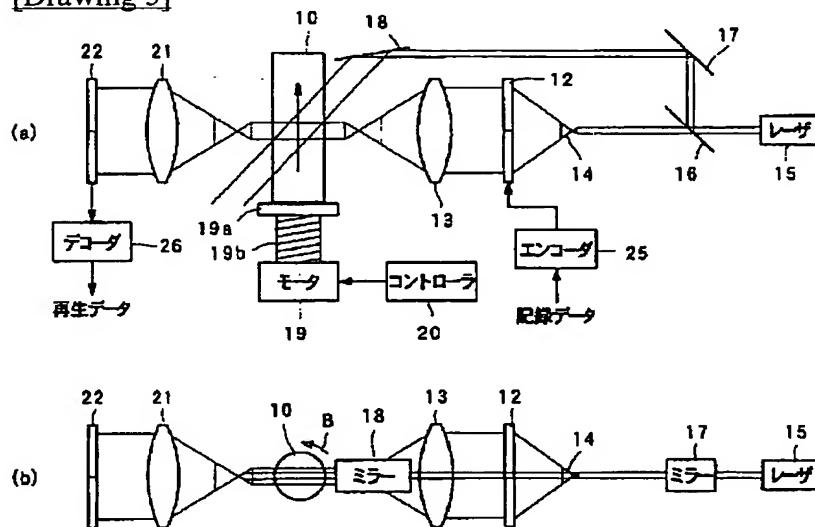
[Drawing 8]



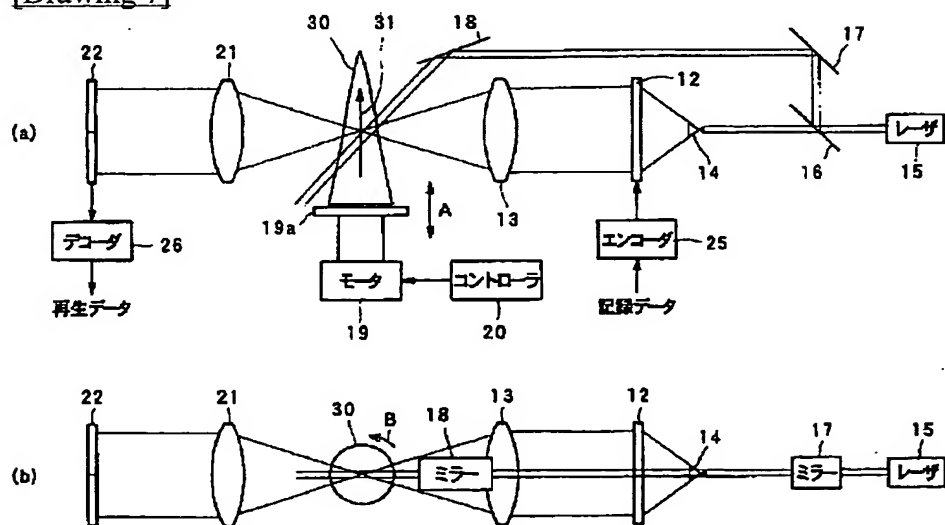
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 7]



[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-155950

(P2000-155950A)

(43)公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
G 1 1 B 7/0065		G 1 1 B 7/00	6 5 1 2 K 0 0 8
	7/135	7/135	Z 5 D 0 9 0
G 1 1 C 13/04		G 1 1 C 13/04	C 5 D 1 1 9
// G 0 3 H 1/26		G 0 3 H 1/26	

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-88098  
(22)出願日 平成11年3月30日(1999.3.30)  
(31)優先権主張番号 特願平10-263227  
(32)優先日 平成10年9月17日(1998.9.17)  
(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000005016  
バイオニア株式会社  
東京都目黒区目黒1丁目4番1号  
(72)発明者 田中 覚  
埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ  
イオニア株式会社総合研究所内  
(72)発明者 畑野 秀樹  
埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ  
イオニア株式会社総合研究所内  
(74)代理人 100083839  
弁理士 石川 泰男

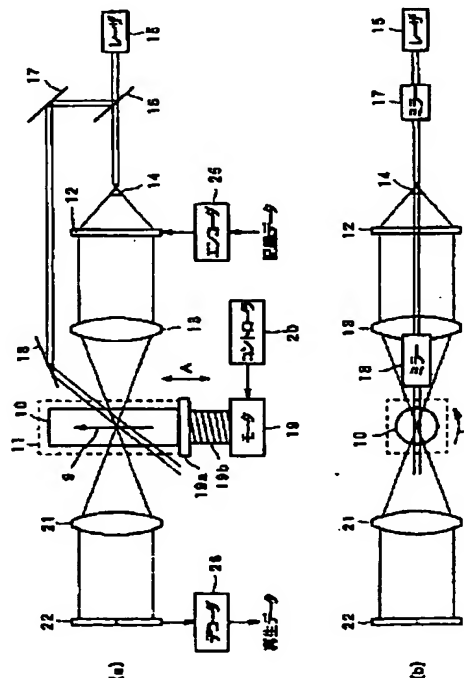
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 体積ホログラフィックメモリ、及びそれを利用した光情報記録再生装置

(57)【要約】

【課題】 装置の小型化を可能とすると共に、高密度記録を可能とする体積ホログラフィックメモリを提供する。

【解決手段】 信号光と参照光の干渉により生じる干渉縞の3次元分布を記録する体積ホログラフィックメモリにおいて、該メモリ媒体を円柱体又は円錐体形状に構成する。円柱状メモリ媒体を中心軸の周りに回転することにより、角度多重が可能となり、さらに回転軸方向に移動させることにより空間多重が可能となる。また、円錐体形状のメモリ媒体の場合も中心軸周りに回転させることにより角度多重が可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 信号光と参照光の干渉により生じる干渉縞の3次元分布を記録する体積ホログラフィックメモリにおいて、該メモリを円柱体形状に構成したことを特徴とする体積ホログラフィックメモリ。

【請求項2】 前記体積ホログラフィックメモリの光軸は、前記円柱体の軸方向と一致していることを特徴とする請求項1に記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項3】 前記メモリと同一の屈折率を有する物質からなり、外形が直方体形状であり、前記メモリを内部に収容する補正レンズ媒体を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項4】 前記補正レンズ媒体は、中央に前記メモリが収容されて前記メモリと一体化された透明な容器を備え、前記メモリの外壁と前記容器の内壁とにより形成される内部空間には前記メモリと同一の屈折率を有する液体又は流動体が封入されていることを特徴とする請求項3に記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項5】 前記補正レンズ媒体は、前記メモリの中心軸と垂直な方向に前記メモリを挟むように位置する一対のレンズであり、前記レンズの前記メモリと対向する面は前記メモリの外周面と略等しい曲率を有する曲面であることを特徴とする請求項3に記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項6】 信号光と参照光との干渉により生じる干渉縞の3次元分布を記録する体積ホログラフィックメモリにおいて、該メモリを円錐体形状に構成したことを特徴とする体積ホログラフィックメモリ。

【請求項7】 前記体積ホログラフィックメモリの光軸は、前記円錐体の軸方向と一致していることを特徴とする請求項6に記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項8】 前記メモリと同一の屈折率を有する物質からなり、外形が直方体形状であり、前記メモリを内部に収容する補正レンズ媒体を有することを特徴とする請求項6又は7に記載の体積ホログラフィックメモリ。

【請求項9】 信号光と参照光との干渉により生じる干渉縞を生成する干渉縞生成手段と、干渉縞生成手段により生成された干渉縞の3次元分布を記憶する記憶手段と、前記記憶手段に対して参照光を照射することにより該記憶手段からの回折光を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された回折光から前記信号光を再生する再生手段と、を備え、前記記憶手段は、円柱体形状を有する体積ホログラフィックメモリにより構成されることを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項10】 前記円柱体の記録手段を前記円柱体の軸方向に移動させると共に、該軸を中心として回転させる手段を備えたことを特徴とする請求項9に記載の光情報記録再生装置。

【請求項11】 信号光と参照光との干渉により生じる

干渉縞を生成する干渉縞生成手段と、干渉縞生成手段により生成された干渉縞の3次元分布を記憶する記憶手段と、前記記憶手段に対して参照光を照射することにより該記憶手段からの回折光を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された回折光から前記信号光を再生する再生手段と、を備え、前記記憶手段は、円錐体形状を有する体積ホログラフィックメモリにより構成されることを特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項12】 前記円錐体の記録手段を前記円錐体の軸方向に移動させると共に、該軸を中心として回転させる手段を備えたことを特徴とする請求項11に記載の光情報記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、体積ホログラフィックメモリ、及び体積ホログラフィックメモリを利用する光情報記録再生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、ホログラフィーの原理を応用したデジタル記録システムとして、ホログラフィックメモリシステムが知られている。ホログラフィックメモリシステムは、ホログラフィックメモリ媒体（例えば、LiNbO<sub>3</sub>などのフォトリフラクティブ結晶体）などにデジタルデータを記録、再生するものである。ホログラフィックメモリシステムにおいては、2次元の平面ページ単位でデータを記録、再生することができ、且つ複数のページを利用して多重記録が可能である。メモリ媒体を直方体などの3次元形状として3次元記録を可能としたものを体積ホログラフィックメモリと呼ぶ。以下に、体積ホログラフィックメモリシステムの概要を図8を参照して説明する。

【0003】図8において、エンコーダ25は、体積ホログラフィックメモリ媒体（以下、単に「記録媒体」とも呼ぶ。）1に記録すべきデータを2次元平面ページに対応するデータ、例えば縦480ビット×横640ビットのデータ配列に並べ替えて単位ページ系列データを生成する。単位ページ系列データは、空間光変調器（SLM: Spatial Light Modulator）12に送出される。

【0004】SLM12は、単位ページに対応する縦480ピクセル×横640ピクセルの変調処理単位を有し、照射されたシグナルビームをエンコーダ25からの単位ページ系列データに応じて光変調し、変調されたビーム（「信号光」と呼ばれる。）をレンズ13へ導く。より詳しくは、SLM12は電気信号である単位ページ系列データの論理値“1”に応答してシグナルビームを通過させ、論理値“0”に応答してシグナルビームを遮断することにより、単位ページデータにおける各ビット内容に従った電気-光学変換が達成され、単位ページ系列の信号光としての変調シグナルビームが生成される。

【0005】信号光は、レンズ13を介して記録媒体1に入射する。記録媒体1には、信号光の他に、信号光のビームの光軸に直交する所定の基準線から角度 $\beta$ （以下、「入射角 $\beta$ 」と呼ぶ。）をもって参照光が入射する。

【0006】信号光と参照光とは、記録媒体1内で干渉し、この干渉縞が記録媒体1内に記憶されることにより、データの記録が行われる。また、入射角 $\beta$ を変えて参照光を入射させて複数の2次元平面データを記録することにより、3次元データ記録が可能となる。

【0007】記録されたデータを記録媒体1から再生する場合には、記録時と同じ入射角 $\beta$ で参照光のみを記録媒体1に入射させる。即ち、記録時とは異なり、信号光は入射させない。これにより、記録媒体1内に記録されている干渉縞からの回折光がレンズ21を通してCCD（Charge Coupled Device）22へ導かれる。CCD22は、入射光の明暗を電気信号の強弱に変換し、入射光の輝度に応じたレベルを有するアナログ電気信号をデコーダ26へ出力する。デコーダ26は、このアナログ信号を所定の振幅値（スライスレベル）と比較し、対応する“1”及び“0”のデータを再生する。

【0008】体積ホログラフィックメモリ媒体では、上記のように2次元の平面データ系列で記録を行うので、参照光の入射角 $\beta$ を変えることにより角度多重記録を行うことができる。即ち、参照光の入射角 $\beta$ を変化させることにより記録単位である2次元平面をホログラフィックメモリ媒体内に複数規定することができ、その結果3次元での記録が可能となる。

【0009】通常、角度多重記録においては、参照光の入射角 $\beta$ を変化させるために一對のガルバノミラーを使用している。ガルバノミラーを使用した角度多重記録の例は、特開平5-142979号、特開平10-97174号に記載されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ガルバノミラーはシステム中における占有体積が大きいので、システム全体の小型化が難しい。また、使用部品点数が多くなるため、コスト低減が困難となる。

【0011】さらに、ガルバノミラーによる角度分解能の限界値は、ホログラフィックメモリ媒体自体の分解能よりも低い。よって、ガルバノミラーを利用するシステムでは、ホログラフィックメモリ媒体の記録分解能を最大限に生かすことができない。

【0012】本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであり、装置の小型化を可能とすると共に、高密度記録を可能とする体積ホログラフィックメモリを提供することを課題とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、信号光と参照光の干渉に

より生じる干渉縞の3次元分布を記録する体積ホログラフィックメモリにおいて、該メモリを円柱体形状に構成したことを特徴とする。これによれば、体積ホログラフィックメモリ媒体を回転移動させることにより、参照光の角度の調整を行う必要なく多重記録が可能となる。

【0014】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の体積ホログラフィックメモリにおいて、前記体積ホログラフィックメモリの光軸は、前記円柱体の軸方向と一致していることを特徴とする。これにより、体積ホログラフィックメモリ媒体を光軸の周りに回転させて空間多重記録が可能となる。

【0015】請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の体積ホログラフィックメモリにおいて、前記メモリと同一の屈折率を有する物質からなり、外形が直方体形状であり、前記メモリを内部に収容する補正レンズ媒体を有することを特徴とする。これにより、円柱形状のメモリ自身のレンズ効果により生じ得る像のゆがみを補正することができる。

【0016】請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の体積ホログラフィックメモリにおいて、前記補正レンズ媒体は、中央に前記メモリが収容されて前記メモリと一体化された透明な容器を備え、前記メモリの外壁と前記容器の内壁とにより形成される内部空間には前記メモリと同一の屈折率を有する液体又は流動体が封入されていることを特徴とする。また、請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の体積ホログラフィックメモリにおいて、前記補正レンズ媒体は、前記メモリの中心軸と垂直な方向に前記メモリを挟むように位置する一對のレンズであり、前記レンズの前記メモリと対向する面は前記メモリの外周面と略等しい曲率を有する曲面であることを特徴とする。これら補正レンズ媒体により、メモリ自身のレンズ効果を除去することができる。

【0017】請求項6に記載の発明は、信号光と参照光との干渉により生じる干渉縞の3次元分布を記録する体積ホログラフィックメモリにおいて、該メモリを円錐体形状に構成したことを特徴とする。これによれば、体積ホログラフィックメモリ媒体を回転移動させることにより、参照光の角度の調整を行う必要なく多重記録が可能となる。

【0018】請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の体積ホログラフィックメモリにおいて、前記体積ホログラフィックメモリの光軸は、前記円錐体の軸方向と一致していることを特徴とする。これにより、体積ホログラフィックメモリ媒体を光軸の周りに回転させて角度多重記録が可能となる。

【0019】請求項8に記載の発明は、請求項6又は7に記載の体積ホログラフィックメモリにおいて、前記メモリと同一の屈折率を有する物質からなり、外形が直方体形状であり、前記メモリを内部に収容するための補正レンズ媒体を有する。これにより、円錐形状のメモリ自

身のレンズ効果により生じ得る像のゆがみを補正することができる。

【0020】請求項9に記載の発明は、光情報記録再生装置において、信号光と参照光との干渉により生じる干渉縞を生成する干渉縞生成手段と、干渉縞生成手段により生成された干渉縞の3次元分布記憶する記憶手段と、前記記憶手段に対して参照光を照射することにより該記憶手段からの回折光を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された回折光から前記信号光を再生する再生手段と、を備え、前記記憶手段は、円柱体形状を有する体積ホログラフィックメモリ媒体により構成される。

【0021】上記のように構成された光情報記録再生装置によれば、信号光と参照光との干渉縞が生成され、これが円柱体形状の体積ホログラフィックメモリ媒体からなる記憶手段に記憶される。また、再生時には、記憶手段に参照光を照射し、記録手段からの回折光を検出し、次に、該回折光から信号光を再生する。

【0022】請求項10に記載の発明は、請求項9に記載の光情報記録再生装置において、前記円柱体の記録手段を前記円柱体の軸方向に移動させると共に、該軸を中心として回転させる手段を備えたことを特徴とする。これにより、円柱体形状の体積ホログラフィックメモリ媒体に対して同時に空間多重及び角度多重記録を行うことが可能となる。

【0023】請求項11に記載の発明は、光情報記録再生装置において、信号光と参照光との干渉により生じる干渉縞を生成する干渉縞生成手段と、干渉縞生成手段により生成された干渉縞の3次元分布を記憶する記憶手段と、前記記憶手段に対して参照光を照射することにより該記憶手段からの回折光を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された回折光から前記信号光を再生する再生手段と、を備え、前記記憶手段は、円錐体形状を有する体積ホログラフィックメモリにより構成されることを特徴とする。

【0024】上記のように構成された光情報記録再生装置によれば、信号光と参照光との干渉縞が生成され、これが円錐体形状の体積ホログラフィックメモリ媒体からなる記憶手段に記録される。また、再生時には、記憶手段に参照光を照射し、記録手段からの回折光を検出し、次に、該回折光から信号光を再生する。

【0025】請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の光情報記録再生装置において、前記円錐体の記録手段を前記円錐体の軸方向に移動させると共に、該軸を中心として回転させる手段を備えたことを特徴とする。これにより、円錐体形状の体積ホログラフィックメモリ媒体に対して角度多重記録を行うことが可能となる

【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0027】先ず、本発明の基本的発想について説明す

る。本発明においては、従来直方体形状に構成されていた体積ホログラフィックメモリ媒体を円柱体又は円錐体形状に構成することを基本的特徴とする。円柱体メモリ媒体を中心軸の周りに回転することにより、角度多重が可能となり、さらに回転軸方向に移動させることにより空間多重が可能となる。また、円錐体形状のメモリ媒体の場合も中心軸周りに回転させることにより角度多重が可能となる。但し、円錐体形状のメモリ媒体の場合、回転軸方向の位置によって径が異なるので、回転軸方向の移動による空間多重は行えない。

【0028】次に、上記発想に基づく具体的なホログラフィックメモリ媒体及びその記録・再生装置の実施形態を説明する。

【1】第1実施形態

図1に、本発明の第1実施形態にかかる体積ホログラフィックメモリ媒体、及びその記録・再生システムを示す。図1(a)はシステムの側面図であり、図1(b)は平面図である。図示のように、第1実施形態は円柱体形状の体積ホログラフィックメモリ媒体10に関する。

【0029】図1の記録・再生システムにおいて、レーザ15から出射されたビームは、ビームスプリッタ16により2つのビームに分割され、それぞれビームエキスパンダ14及びミラー17へ送られる。ビームエキスパンダ14は、ビームスプリッタ16からのビームを拡張し、SLM12へ入射させる。SLM12は、先に述べたものと同様に、例えば縦480×横640ピクセルの2次元平面の光変調器であり、エンコーダ25から供給されるデジタル記録データに応じて、ビームエキスパンダ14からのビームを信号光に変換する。

【0030】こうして作成された信号光はレンズ13により記録媒体10内に集光される。本実施形態では、レンズ13はフーリエ変換系を構成する。円柱体形状の記録媒体10は、レンズ13によるフーリエ面上に記録媒体10の中心軸が含まれるように配置する。

【0031】ビームスプリッタ16からの他方のビームは、ミラー17及び18により反射され、参照光として記録媒体10に入射し、記録媒体10内でレンズ13からの信号光と干渉して干渉縞を作る。ここで、参照光と信号光がフーリエ面上ではなく、フーリエ面の手前又は奥で干渉するようにミラー18、レンズ13などの光学系を配置する。

【0032】記録媒体中にフーリエ面が存在する場合、フーリエ面では信号光の強度が最大であるので、この高い光強度を有するフーリエ面上の信号光の0次光と参照光が干渉し合うとフォトリフラクティブ効果が飽和し、記録画像の非線形歪みが生じやすくなる傾向がある。この理由から、本実施形態では、上述のように参照光と信号光とをフーリエ面の手前もしくは奥で干渉させるようにシステムの光学系を配置し、非線形歪みの問題を回避する。参照光と信号光が干渉する位置とフーリエ面との

位置関係については、参照光と信号光との干渉位置がフーリエ面の光強度の影響で過飽和とならない程度に、フーリエ面の手前又は奥へシフトさせることが必要となる。フーリエ面に向かって回折光が集光していくので、フーリエ面の少し手前又は奥に干渉位置がくるようになるが、具体的なシフト量は使用する記憶媒体や光学系の特性に依存する。

【0033】記録媒体10は、例えば図示のねじ送り機構の如き回転移動機構上に配置される。図示の回転移動機構は、モータ19と、モータ19に連結され、テーブル19aを有するねじ送り機構19bとを備える。モータ19は、コントローラ20によりその回転を制御される。

【0034】記録媒体10は、その光軸（結晶軸）がモータ19の回転軸と一致するようにテーブル19aに配置される。モータ19の回転により図1(a)の矢印Aの方向に記録媒体10を移動させ、同時に図1(b)の矢印Bの方向に記録媒体10を回転させる。記録媒体10の矢印Aの方向の移動により、参照光と信号光により作られる干渉縞の記録媒体10内の記録位置が矢印Aの方向にシフトし、空間多重記録が実現される。また、記録媒体20が矢印Bの方向に回転することにより、干渉パターンの記録面が回転し、角度多重記録が実現される。

【0035】なお、本実施形態では、角度多重記録と空間多重記録とを同時に行う移動機構を示したが、記録媒体10の光軸方向（矢印A）の移動又は回転運動（矢印B）の一方のみを行う移動機構を使用して、一方のみの多重を行うこともできる。これは、本システムを適用する装置において配置空間上の制限などがある場合に適宜決定することができる。

【0036】回転移動機構の回転速度を適切に制御することによりデータの記録・再生速度を制御することができる。本実施形態では、これはモータ19の回転速度をコントローラ20により制御することで実現される。

【0037】また、代替的移動機構として、記録媒体10の光軸方向の移動と回転移動とが別々に制御されるような移動機構を採用することもできる。例えば、回転方向については超音波モータなどにより回転させ、光軸方向の送り移動は別の1軸の移動ステージにより制御する構成とすることも可能である。

【0038】さて、再生時においては、上述のようにして記録された記録媒体10を記録時と同様に回転移動機構の上に配置し、ミラー18からの参照光18のみを入射させる。すると、記録媒体10内に記録された干渉縞からの回折光が再生光としてレンズ21を通過してCCD22へ入射する。CCD22は、例えばSLM12と同様の縦480×横640ピクセルの2次元平面の受光面を有し、受光された再生光を電気信号に変換し、デコーダ26へ出力する。デコーダ26は、入力電気信号を所

定のスライスレベルと比較し、2値のデジタルデータを出力する。

【0039】次に、補正レンズ媒体の使用について述べる。本発明によれば、円柱形状の記録媒体10を利用したことにより、従来の直方体形状の記録媒体を利用した場合と比較して記録容量が大幅に改善される。但し、記録媒体自体を円柱形状としたため、記録媒体自体が円柱レンズの役割を果たし、回折光にゆがみが生じるという問題がある。回折光を受光するCCDなどがそのようなゆがみに対応した球面状に構成されていない限り、このゆがみをシリンドリカルレンズなどで補正する必要が生じる。

【0040】この問題の最も単純な解決法は、当該記録媒体10と同一の屈折率を有し、外形が立方体又は直方体形状である補正レンズ媒体の内部に記録媒体10を収納し、円柱形状に形成された記録媒体10を補正レンズ媒体ですっぽり覆うことである。こうすると、記録媒体10は補正レンズ媒体と一体となり、見かけ上、単一の屈折率を有する立方体又は直方体の媒体となる。よって、円柱形状の記憶媒体10自身によるレンズ効果が補正される。また、立方体や直方体以外でも、レンズ効果をより小さくする（即ち、見かけ上焦点距離が長くなる）ような外形形状とするように補正レンズ媒体を形成することにより、上記の問題を解消することができる。このような補正レンズ媒体の形状の一例を図1に点線11で示す。

【0041】次に、補正レンズ媒体の構成例について説明する。図2において、補正レンズ媒体は円柱状の記憶媒体10の周囲を取り囲む直方体形状の透明容器11aとして構成する。透明容器11aは、記録媒体10に対して固定されて一体化されている。よって、回転移動機構19の回転移動動作により、記録媒体10と透明容器11aは一体として回転移動する。透明容器11aの内壁と記録媒体10の外壁により形成される内部空間内には、記録媒体10と等しい屈折率を有する液体又は流動体が封入される。即ち、内部空間中の液体又は流動体と記録媒体10とは接触しており、これにより記録媒体10の透明容器11aに対する位置決めが多少ずれたとしても、全体として屈折率の均一な直方体を形成することができる。内部空間には、例えばカーギル標準屈折液（シリーズEH-1）などを封入することができる。これにより、透明容器11a及びその内部に挿入された記録媒体10は、一体として均一な屈折率を有する直方体を構成し、上記レンズ効果が補正される。

【0042】図3に、別の補正レンズ媒体の例を示す。図3の例では、補正レンズ媒体はシリンドリカルレンズ状の一对のレンズ11b及び11cにより構成される。レンズ11b及び11cは、記録媒体10と屈折率が等しい媒体とする。これにより、円柱状記録媒体10のレンズ効果を除去する。また、レンズ11b及び11c

は、例えば、MgOを添加したニオブ酸リチウムなど、フォトリソグラフィ感度の低い媒体により形成し、記録媒体10への情報記録に影響を与えないようにする。また、レンズ11b及び11cの記録媒体10と対向する曲面は、記録媒体10の外周面とほぼ等しい曲率を有し、記録媒体10の回転移動を許容する範囲内で記録媒体10の外周面と緩く接触するか又は僅かな間隙を有して対向する。

【0043】以上のように、本実施形態によれば、記録媒体を円柱体形状とし、これを回転移動させて角度多重記録及び空間多重記録を行うので、高密度の記録を行うことができる。また、記録媒体を回転移動させる機構は、従来のガルバノミラーなどの参照光の角度を変化させる光学系に比べて構造的に単純であるので、小型化、低コスト化に適している。

【0044】なお、上記実施形態では、記録媒体10の光軸（「結晶軸」と等価）を上向きになるように配置しているが、回転移動機構の回転軸と同軸であれば、下向きになるように配置することも可能である。

## 〔2〕第2実施形態

次に、第2実施形態について図4を参照して説明する。第2実施形態は、第1実施形態と同様に円柱体形状の記録媒体10を使用し、その記録・再生システムの基本的構成も第1実施形態と類似しているが、以下の点で異なる。

【0045】まず、記録媒体10をその光軸（結晶軸）がフーリエ面上に含まれないように配置する。これにより、フーリエ面上の強い光強度に起因する非線形歪みを防止する。具体的には、図4に示すように、記録媒体10の光軸をフーリエ面、即ち、レンズ13の焦点位置からシフトさせる。また、信号光と参照光とのなす角度を適切に定めることにより、記録媒体10のエッジによる反射や散乱の影響を回避し、且つ、記録媒体の体積を最大限有効に利用して記録を行うことができる。

【0046】さらに、本実施形態においては、記録媒体10の光軸を信号光の光軸に対して所定角度傾斜させる。記録媒体10付近の拡大図を図6に示す。このように記録媒体10を傾斜させることにより、記録媒体10の記録に使用される部分（参照光及び信号光が作る干渉縞が記録される部分）の体積を増加させることができ、同一サイズの記録媒体10を使用した場合でも記録容量を増加させることができる。この理由から、記録媒体10の傾斜としては、一例として図6に示すように、参照光Eと信号光Dとの角度を $2\theta$ とした場合、記録媒体10の光軸Cに垂直な軸Fと信号光Dとのなす角が $\theta$ となるように配置するのが好ましい。

【0047】その他の点は、第1実施形態と同様であるので説明は省略する。なお、本実施形態の場合も第1実施形態の場合と同様、補正レンズ媒体が必要である。第2実施形態においても、回転移動機構の使用により、角

度多重記録及び空間多重記録を行うことができる。

## 〔3〕第3実施形態

図5に、本発明の第3実施形態による記録媒体及びその記録・再生システムを示す。図5は、イメージホログラム系に本発明の円柱体記録媒体を適用したシステムであり、信号光を発するSLM12と記録媒体10との距離をフーリエ変換系よりも短くしてシステムを構成する。イメージホログラム系では、2次元平面データを工夫することによって記録媒体中にフーリエ面のような高光強度部分が存在しないようにできるため、上記の非線形歪みの問題は生じず、記録媒体の直径方向全てを利用して干渉縞を記録することができる。このため、角度分解能が第1実施例の場合に比べて約2倍以上確保できるので、より分解能の高い回転移動機構を採用することにより、更なる高密度記録が可能となる。

【0048】第3実施形態は、レンズ、ミラーなどの光学系及び記録媒体10をイメージホログラム系を構成するように配置した以外は、第1実施例と同様である。即ち、回転移動機構を採用して、角度多重及び空間多重記録を行うことができる。

## 〔4〕第4実施形態

次に、本発明の第4実施形態について説明する。第4実施形態は、図7に示すように記録媒体の形状を円錐体としたものである。システムの光学系は、第1実施形態と同様にフーリエ変換系を採用しており、システムの構成は基本的に第1実施形態と同様である。但し、円錐体形状の記録媒体30は、光軸方向の位置により径が異なるため、媒体を光軸31の方向（図7の矢印Aの方向）に移動させる空間多重記録はできない。このため、記録媒体30は回転運動のみを行う回転機構により駆動され、角度多重のみが行われる。記録・再生動作は第1乃至第3実施形態と同様であるので、重複した説明は行わない。なお、円錐形状の記録媒体においても、第1実施形態において説明したのと同様の補正レンズ媒体を使用して記録媒体のレンズ効果を打ち消すことができる。

【0049】円錐体形状の記録媒体は円柱体形状の記録媒体に比べて記録容量の点では劣るが、本システムを搭載する装置側の省スペース、小型化などの要求が記録容量の要求よりも優先するような場合には特に有効となる。

【0050】以上説明したように、本発明によれば、円柱体形状又は円錐体形状の記録媒体を採用し、これを構造上比較的単純な回転移動機構又は単なる回転機構により駆動して多重記録を実現することとしたので、ガルバノミラーなどを使用する多重記録方法と比べて、小型化、低コスト化が可能である。

## 【0051】

【発明の効果】請求項1又は6に記載の発明によれば、体積ホログラフィックメモリ媒体を回転移動させることにより、参照光の角度の調整を行う必要なく多重記録が



可能となる。

【0052】請求項2又は7に記載の発明によれば、体積ホログラフィックメモリ媒体を光軸方向に移動して空間多重記録が可能となる。

【0053】請求項3乃至5及び8に記載の発明によれば、円柱又は円錐形状のメモリ媒体自身のレンズ効果を補正し、像のゆがみを防止することができる。

【0054】請求項9に記載の発明によれば、円柱体形状の体積ホログラフィックメモリ媒体に情報を記録・再生することができる。

【0055】請求項10に記載の発明によれば、円柱体形状の体積ホログラフィックメモリ媒体に対して同時に空間多重及び角度多重記録を行うことが可能となる。

【0056】請求項11に記載の発明によれば、円錐体形状の体積ホログラフィックメモリ媒体に情報を記録・再生することができる。

【0057】請求項12に記載の発明によれば、円錐体形状の体積ホログラフィックメモリ媒体に対して角度多重記録を行うことが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による体積ホログラフィックメモリシステムの構成を示す図である。

【図2】補正レンズ媒体の例を示す図である。

【図3】補正レンズ媒体の他の例を示す図である。

【図4】本発明の第2実施形態による体積ホログラフィックメモリシステムの構成を示す図である。

【図5】本発明の第3実施形態による体積ホログラフィックシステムの構成を示す図である。

【図6】第2実施形態におけるメモリ媒体の配置例を示す図である。

【図7】本発明の第4実施形態による体積ホログラフィックメモリシステムの構成を示す図である。

【図8】体積ホログラフィックメモリシステムの原理を説明する図である。

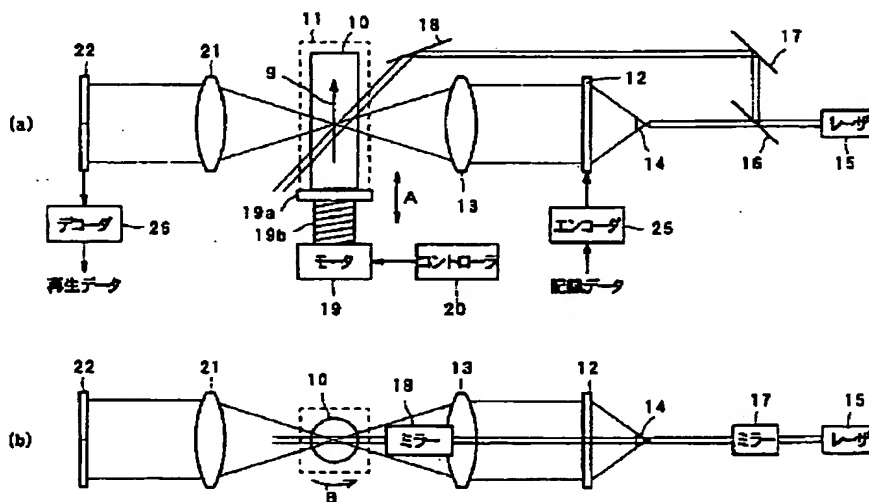
10

#### 【符号の説明】

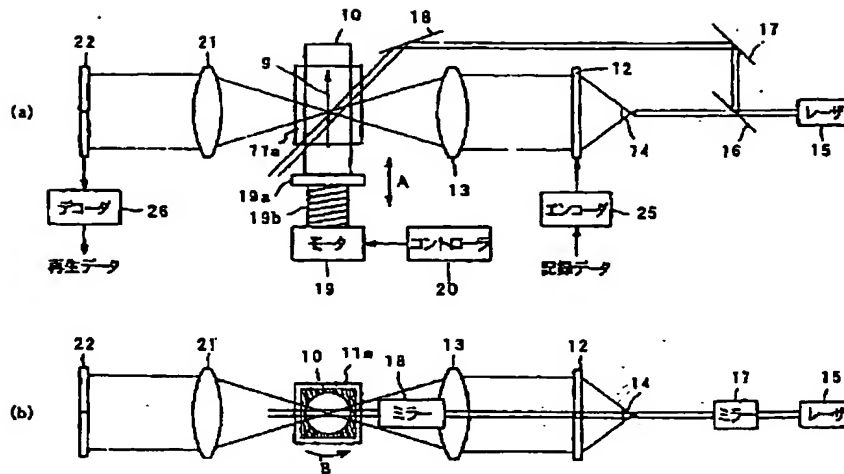
- 1、10、30…体積ホログラフィックメモリ媒体
- 11、11a、11b、11c…補正レンズ媒体
- 12…SLM
- 13、21…レンズ
- 14…ビームエキスパンダ
- 15…レーザ
- 16…ビームスプリッタ
- 17、18…ミラー
- 19…モータ
- 20…CCD
- 25…エンコーダ
- 26…デコーダ

20

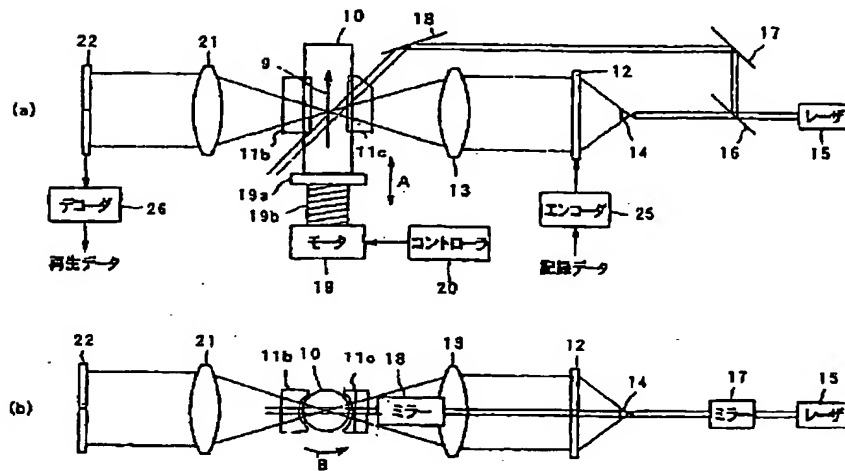
【図1】



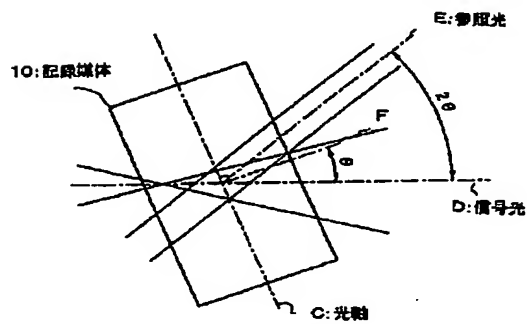
【図2】



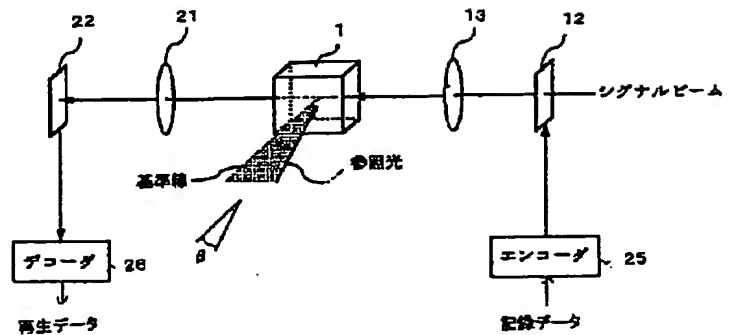
【図3】



【図6】

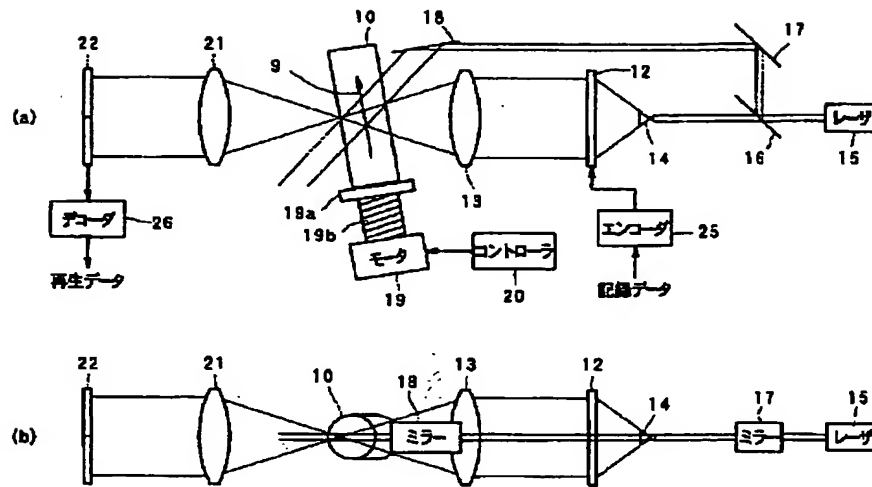


【図8】

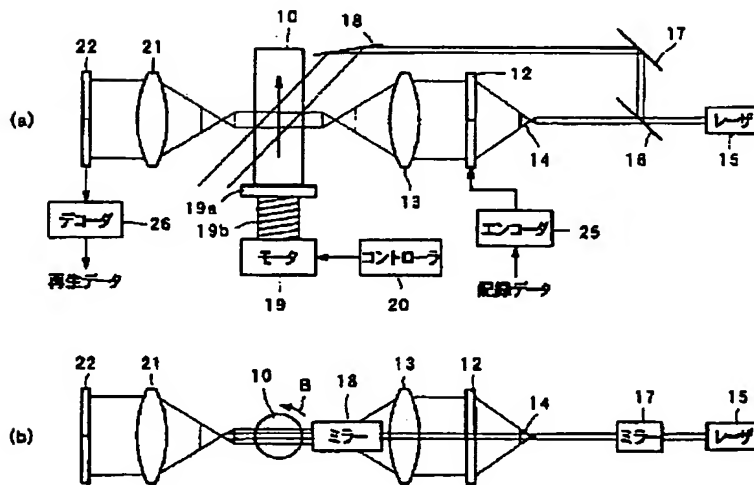




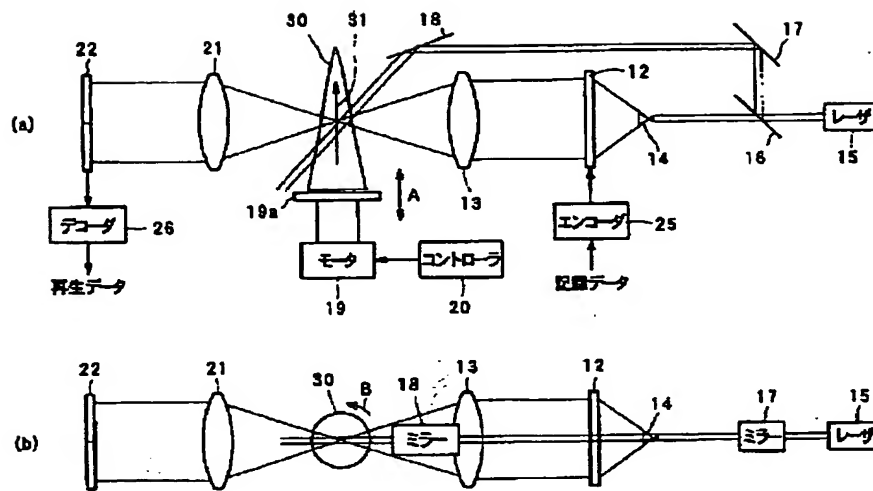
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 松下 元  
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ  
 イオニア株式会社総合研究所内  
 (72)発明者 伊藤 善尚  
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ  
 イオニア株式会社総合研究所内  
 (72)発明者 小鷹 文隆  
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ  
 イオニア株式会社総合研究所内

(72)発明者 山路 崇  
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ  
 イオニア株式会社総合研究所内  
 (72)発明者 高野 朝光  
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ  
 イオニア株式会社総合研究所内  
 Fターム(参考) 2K008 AA04 AA17 BB04 BB05 BB06  
 CC01 CC03 DD01 DD23 FF07  
 FF17 FF21 HH06 HH18  
 5D090 BB04 CC01 CC14 CC16 DD01  
 LL03  
 5D119 AA01 AA39 AA40 JA44 JB03  
 JB06 LB05

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**